



TITLE:

強磁性金属多層膜におけるスピン 流注入及びスピン流生成に関する 研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

田中, 健勝

CITATION:

田中, 健勝. 強磁性金属多層膜におけるスピン流注入及びスピン流生成に関する研究. 京都大学, 2018, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20939>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	田中 健勝
論文題目	強磁性金属多層膜におけるスピン流注入及びスピン流生成に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は、強磁性体及び非磁性体に電流を印加することによって生じるスピン流の定量的評価に関するものである。本論文では大別して2つの事項について報告している。</p> <p>1つ目の研究課題は、「異常ホール効果による電流-スピン流変換効率の定量的評価手法の確立」である。強磁性体(非磁性体)に電流を印加することでスピン流が生じる現象である異常ホール(スピンホール)効果は、簡便なスピン流生成手法として注目を集めている。非磁性体のスピンホール効果による電流-スピン流変換効率は、様々な材料、測定手法を用いて評価されている。一方、強磁性体の異常ホール効果による電流-スピン流変換効率の評価は少なく、スピン流から電流への変換効率は評価されているものの、電流からスピン流への変換効率を定量的に評価した報告はなされていなかった。</p> <p>1つ目の研究課題では、非磁性体のスピンホール効果による電流からスピン流への変換効率を評価可能な手法であるスピントルク強磁性共鳴法を応用することで、強磁性体の一種であるFeNi合金(Py)の電流からスピン流への変換効率の定量的評価を試みた。</p> <p>Py(4 nm)/Cu(2 nm)/Py(1 nm)三層膜を用いた測定の結果、異常ホール効果によるスピン流だけでなく、スピントランスファー効果によるスピン流も生じていることが明らかとなった。そして、異常ホール効果とスピントランスファー効果による電流-スピン流変換効率はそれぞれ$2.4 \pm 0.8\%$、$1.6 \pm 0.7\%$となり、今回得られた異常ホール効果による電流からスピン流への変換効率が、スピン流から電流への変換効率を評価した先行研究と同程度の値($2.0 \pm 0.5\%$)となることが明らかとなった。このことから、本研究はスピントルク強磁性共鳴法が強磁性体の電流からスピン流への変換効率の評価方法として利用可能であることを明らかにした。</p> <p>2つ目の研究課題は、「FeRh合金とPtとの二層膜における電流-スピン流変換効率の評価」である。非磁性体の一種であるPtのスピンホール効果による電流-スピン流変換効率(ξ_{SH})は、他の非磁性体(CuやAuなど)と比べて大きいことが知られている。これまでの研究では、CoやPyとPtの二層膜を用いてξ_{SH}が調査されてきた。</p> <p>本研究では、強磁性体としてFeRh合金に着目し、研究を行った。B2(CsCl)構造を有するFeRh合金は350 K 付近で反強磁性-強磁性転移を示す特殊な物質として知られており、近年活発に研究がなされている。本研究では、スピントルク強磁性共鳴法を用いてFeRh(10 nm)/Pt(4 nm)二層膜におけるξ_{SH}を調査した。</p> <p>FeRh合金が強磁性を示す温度(320 K-360 K)における測定の結果、ξ_{SH}は$24 \pm 3\%$となった。この結果は、強磁性体としてCoやPyを用いた場合におけるξ_{SH}(1-17%)よりも大きい値となった。これは、基盤としてMgO(001)基板を使用し、分子線エピタキシー法による製膜を行ったことでエピタキシャル成長したFeRh合金とPtとの界面におけるスピンミキシングコンダクタンスが大きくなったためである。本研究は、適切な基板及び製膜方法を選択したことに起因する高い結晶性及び明瞭な界面を有するFeRh合金の磁化には、CoやPyよりも効率よくPtのスピンホール効果によるスピン流を注入できるということを明らかにした。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、「異常ホール効果による電流-スピン流変換効率の定量的評価手法の確立」と「FeRh合金とPtとの二層膜における電流-スピン流変換効率の評価」の二つの内容で構成されている。

まず、「異常ホール効果による電流-スピン流変換効率の定量的評価手法の確立」では、強磁性体の一種であるFeNi合金(Py)による電流からスピン流への変換効率を評価するため、スピントルク強磁性共鳴法を用いてPy(4 nm)/Cu(2 nm)/Py(1 nm)三層膜の磁気共鳴測定が行われた。測定結果を解析した結果、異常ホール効果によるスピン流だけでなく、スピントランスファー効果によるスピン流も生じていることが示された。また、異常ホール効果、スピントランスファー効果による電流からスピン流への変換効率はそれぞれ $2.4 \pm 0.8\%$ 、 $1.6 \pm 0.7\%$ となり、スピン流から電流への変換効率を評価した先行研究と同程度の値($2.0 \pm 0.5\%$)となることが明らかとなった。本研究は、強磁性体/非磁性体/強磁性体の三層膜における電流からスピン流への変換現象の起源には異常ホール効果とスピントランスファー効果の二つがあるということを明らかにしたという点に加え、これまでの研究では非磁性体の電流からスピン流への変換効率を評価するために用いられてきたスピントルク強磁性共鳴法が、強磁性体の電流からスピン流への変換効率の評価にも使用可能であるということを示した点で大きな意義をもつ。

次に、「FeRh合金とPtとの二層膜における電流-スピン流変換効率の評価」ではFeRh合金とPtとの二層膜における電流-スピン流変換効率(ξ_{SH})を評価するため、スピントルク強磁性共鳴法を用いてFeRh(10 nm)/Pt(4 nm)二層膜の磁気共鳴測定が行われた。FeRh合金が強磁性を示す温度(320 K-360 K)における測定の結果、 ξ_{SH} は $24 \pm 3\%$ となった。この結果は、強磁性体としてCoやPyを用いた場合における ξ_{SH} (1-17%)よりも大きい。これは、基盤としてMgO(001)基板を使用し、分子線エピタキシー法による製膜を行ったことでエピタキシャル成長したFeRh合金とPtとの界面におけるスピンミキシングコンダクタンスが大きくなったためであるということが明らかとなった。本研究成果は、適切な基板及び製膜方法を選択したことに起因する高い結晶性及び明瞭な界面を有するFeRh合金の磁化には、CoやPyよりも効率よくPtのスピンホール効果によるスピン流を注入できるということを明らかにしたという点で大きな意義をもつ。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降